

(54) LOCALIZATION SOUND IMAGE GENERATOR

(11) 6-133400 (A) (43) 13.5.1994 (19) JP

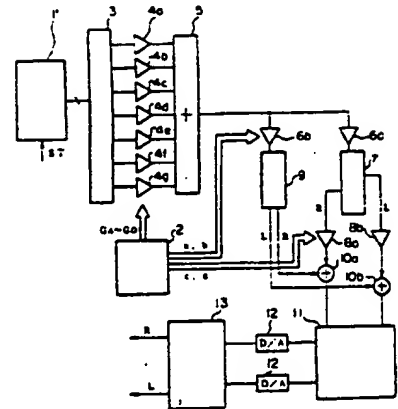
(21) Appl. No. 4-276376 (22) 14.10.1992

(71) YAMAHA CORP (72) JUNICHI FUJIMORI

(51) Int. Cl.⁵ H04S1/00, H03H17/02, H04S7/00

PURPOSE: To obtain a localization sound image with high quality and inexpensive and small scale of circuit configuration.

CONSTITUTION: Seven series of waveform data read from a waveform memory 1' are fed to a demultiplexer 3, from which the data are respectively given to multipliers 4a-4g. The supplied 7 series of waveform data are multiplied with multiplication coefficients G_A - G_G in response to a vertical angle θ supplied from a controller 2 at the multipliers 4a-4g, the results are added by an adder 5 and one waveform data are obtained. Then a reverberation tone is generated in a 1 in response to a distance D from the added waveform data at multipliers 6a, 6b, and a delay time difference and an amplitude difference are given to an R-channel component and an L-channel component in response to a horizontal angle ψ at multipliers 8a, 8b.



11: crosstalk canceller, 13: amplifier

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-133400

(43) 公開日 平成6年(1994)5月13日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 S 1/00	K	8421-5H		
	D	8421-5H		
H 0 3 H 17/02	G	7037-5 J		
H 0 4 S 7/00	F	8421-5H		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-276376

(22) 出願日 平成4年(1992)10月14日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 藤森 潤一

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

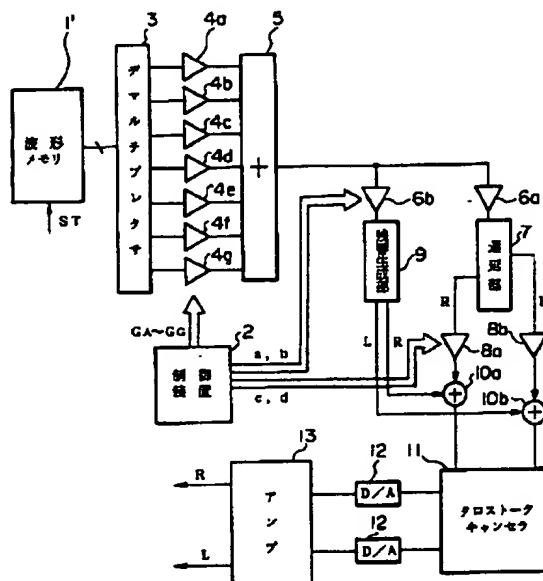
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54) 【発明の名称】 定位音像生成装置

(57) 【要約】

【目的】 安価で小規模な回路構成で、高品位の定位音像を得る。

【構成】 波形メモリ1'から読み出された7系列の波形データは、デマルチプレクサ3により対応する乗算器4a~4gに供給される。乗算器4a~4gにおいて、供給された7系列の波形データは、制御装置2より供給される鉛直角 θ に応じた乗算係数 $G_A \sim G_G$ を乗ぜられ、加算器5において、加算されて一つの波形データとなる。次に、乗算器6aおよび6bにおいて、加算された波形データから、距離Dに応じた割合で残響音が発生され、乗算器8aおよび8bにおいて、水平角 ψ に応じて、Rチャンネル成分とLチャンネル成分とに遅延時間差および振幅差が与えられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空間の所定の複数の位置に対応して複数の波形データを記憶した記憶手段と、

空間の位置を指定する位置指定手段と、

前記記憶手段から波形データを読み出すものであって、前記位置指定手段によって指定された位置に対応して選択的に波形データを発生させる波形データ発生手段とを具備することを特徴とする定位音像生成装置。

【請求項2】 空間の所定の離散した複数の位置に対応して複数の波形データを記憶した記憶手段と、

空間の位置を指定する位置指定手段と、

前記記憶手段から波形データを読み出すものであって、前記位置指定手段によって指定された位置に応じて読み出された複数の波形データに重み付け加算する重み付け加算手段とを具備することを特徴とする定位音像生成装置。

【請求項3】 空間の鉛直角方向の複数の位置に対応して複数の波形データを記憶した記憶手段と、

空間の位置を指定する位置指定手段と、

前記記憶手段から波形データを読み出すものであって、前記位置指定手段によって指定された位置の鉛直角方向の成分に応じて選択的に波形データを発生させる波形データ発生手段と、

前記位置指定手段によって指定された位置の水平角方向の成分に応じて、前記波形データ発生手段によって発生された波形データの右チャンネル成分と左チャンネル成分とに遅延時間差および振幅差を与える変換手段とを具備することを特徴とする定位音像生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は空間上の所定の位置に定位した音像を生成する定位音像生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 音像を所定の位置に定位させる従来の音像定位装置において、音場を表す頭部伝達関数を用いて音像を定位させる技術が知られており、この技術を以下に説明する。まず、空間上の所定の位置の音源から発生した音が聴取者にどのように伝達されるか、すなわち、頭部伝達関数を測定する。この測定としては、所定の位置の音源から発生したインパルスを受取者の右耳および左耳内に設置した小型マイクロホンで捉える、いわゆるインパルスレスポンス法が好適である。

【0003】 測定されたインパルスレスポンス波形の各振幅値を係数としたFIRフィルタを作成し、これを左右1組として音像定位の畳み込み演算を行う方向付器を製作し、この方向付器において、入力された波形データに畳み込み演算を施す。次に、畳み込み演算を施された波形データを、ヘッドホンやイヤホンによって両耳それぞれ独立に聴取することにより、聴取者は聴取している音の音像が所定の位置に定位している感覚を得ることが

できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来の音像定位装置においては、畳み込み演算を施す方向付器は、FIRフィルタにより構成されているが、このFIRフィルタは膨大な処理（数百回～数千回の乗算）を瞬時（例えば、1サンプリングクロックが $20\mu s$ 以下）に行うことができる高価な回路である必要があるために、製作コストが高くなる一因となった。

10 【0005】 また、上述した音像定位装置は、十分に明瞭な定位感を得るために、方向付器を音源位置となり得る空間を十分に細分する位置に対応して密に設ける必要があった。このために、回路規模が巨大になりがちであった。本発明は、このような背景の下になされたもので、安価で小規模な回路構成であり、音像の高品位の定位感および移動感を実現することができる定位音像生成装置を提供することを目的とする。

【0006】

20 【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の定位音像生成装置は、空間の所定の複数の位置に対応して複数の波形データを記憶した記憶手段と、空間の位置を指定する位置指定手段と、前記記憶手段から波形データを読み出すものであって、前記位置指定手段で指定された位置に対応して選択的に波形データを発生させる波形データ発生手段とを具備することを特徴としている。

30 【0007】 また、請求項2に記載の定位音像生成装置は、空間の所定の離散した複数の位置に対応して複数の波形データを記憶した記憶手段と、空間の位置を指定する位置指定手段と、前記記憶手段から波形データを読み出すものであって、前記位置指定手段で指定された位置に応じて読み出された波形データに重み付け加算する重み付け加算手段とを具備することを特徴としている。

40 【0008】 また、請求項3に記載の定位音像生成装置は、空間の鉛直角方向の複数の位置に対応して複数の波形データを記憶した記憶手段と、空間の位置を指定する位置指定手段と、前記記憶手段から波形データを読み出すものであって、前記位置指定手段によって指定される位置の鉛直角方向の成分に応じて選択的に波形データを発生させる波形データ発生手段と、前記位置指定手段によって指定される位置の水平角方向の成分に応じて前記波形データ発生手段によって発生された波形データの右チャンネル成分と左チャンネル成分とに遅延時間差および振幅差を与える変換手段とを具備することを特徴としている。

【0009】

50 【作用】 請求項1に記載の構成によれば、記憶手段に記憶された複数の波形データから、指示手段により指定された位置に対応した波形データが、波形データ発生手段において選択されて出力される。また、請求項2に記載の構成によれば、重み付け加算手段において、記憶手段

3

から読み出された複数の波形データは、指示手段により指定された位置に応じて重み付け加算されることにより、離散した位置の間の位置に対応した波形データが得られる。

【0010】また、請求項3に記載の構成によれば、記憶手段に鉛直方向に対応して記憶された複数の波形データから、指示手段により指定された位置の鉛直角方向の成分に対応した波形データが、波形データ発生手段において選択される。次に、変換手段において、指定された位置の水平角方向の成分に応じて、選択された波形データの右チャンネル成分と左チャンネル成分とに遅延時間差および振幅差が与えられる。

【0011】

【実施例】本発明の一実施例における定位音像生成装置は、音源Pへの鉛直角 θ に対応した複数のサンプル波形の波形データを記憶している。水平角 ψ 方向の定位感、波形データのR/Lチャンネル成分の振幅差および遅延時間差により十分に表現できるために、サンプル波形は鉛直角 θ のみに対応している。まず、サンプル波形の波形データの採取過程を、図5を参照して説明する。

【0012】図5において、原点Oからの水平角 ψ と、鉛直角 θ と、距離Dとにより特定される音源Pは、原点Oを中心点とする半径 r ($r=D$)の球面S上に存在するものとする。DHは原点Oにその中心を合わせて置かれた人間の頭部を模した形状のダミーヘッドであり、その右耳および左耳に対応する部分には、音源Pから発生する音を採取するマイクMRおよびMLが取り付けられている。

【0013】また、点A~Gは、原点OとダミーヘッドDHの正面方向および鉛直方向とで特定される平面と球面Sとの交線上の点であり、等間隔に配置されている。点Aに対する鉛直角 θ は 0° 、点Bに対する鉛直角 θ は 30° というように、各点は 30° 毎に配置され、点Gに対する鉛直角 θ は 180° である。また、1はマイクMRおよびMLにおいて採取された音の波形データが記憶される波形メモリである。

【0014】このような構成において、点A~Gの一つの点上に配置された音源Pから所定の楽器、例えばトランペットを演奏して音を発生させると、発生した音は空气中を伝わり、ダミーヘッドDHのマイクMRおよびMLに採取され、電気信号に変換される。この電気信号に、図示せぬA/D変換器によってA/D変換が施されると、電気信号はデジタルデータに変換され、波形メモリ1に格納される。すなわち、全波形サンプリングを行うのであるが、このサンプリング時間は長ければ長いほどよい（もちろん、メモリ容量の限界以下の長さとなる）。ここでは、点A~Gの各点毎に同一の音を発生させて、各々、3秒程度のサンプリングを行う。以上、上述したように、サンプル波形の波形データの採取過程が終了する。

4

【0015】次に、上述した過程を経て作成された波形メモリ1に基づいた本発明の一実施例について、図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例による定位音像生成装置の構成を示すブロック図であり、図1において、1は波形メモリ1と同一の波形データを記憶している波形メモリであり、図示せぬ鍵盤等から供給される音色データSTに対応した音色の波形データを出力する。ここで、出力される波形データは、点A~Gに対応した7系列の波形データである。

10 【0016】また、2は音像を定位させるべき位置（以後、目的音像位置という）を設定する定位制御装置であり、図2に示すように、指示部2aと、制御部2bとから構成されている。さらに、指示部2aは、回転させることにより、鉛直角を指定する鉛直角ダイヤル2a₁と、回転させることにより、水平角を指定する水平角ダイヤル2a₂と、つまみをスライドさせることにより、距離を指定する距離スライダ2a₃とを備えている。そして、制御部2bに対し、目的音像位置を特定する鉛直角 θ と水平角 ψ と距離Dとを供給する。

20 【0017】ここで、本実施例においては、点A~Gを上半球に対応させたので、鉛直角ダイヤル2a₁は $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で回転自由に設定されている。なお、ダミーヘッドDHの下方の位置において音を発生させてサンプリングした場合、すなわち、全球を用いる場合は、 $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲で、すなわち、何周でも回転自由に設定される。また、水平角ダイヤル2a₂は $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲で回転自由としてある。

30 【0018】3は、波形メモリ1から、点A~Gに対応する7系列の波形データを、時分割処理により、一連のデータ（シリアルデータ）として読み出し、それぞれ独立した7系列の波形データ（パラレルデータ）に変換するデマルチプレクサ、4a~4gはデマルチプレクサ3から出力された波形データに、各々、対応する乗算係数G_a~G_gを乗ずる乗算器であり、乗算係数G_a~G_gは、図3に示すように、定位制御装置2の制御部2bから供給される鉛直角 θ に応じて制御される。

40 【0019】次に、5は乗算器4a~4gから出力された7系列の波形データを加算し、一つの波形データを出力する加算器、6aおよび6bは、図4に示すように、加算器5から出力された波形データに、制御部2bから供給される距離Dに応じた乗算係数aおよびbを乗ずる乗算器、7は乗算器6aから出力された波形データをR/Lチャンネル成分に分離し、各々、遅延させる遅延部である。次に、8aおよび8bは、遅延部7から出力されたRチャンネル成分およびLチャンネル成分の波形データに、制御部2bから供給される水平角 ψ に応じた乗算係数cおよびdを乗ずる乗算器である。

50 【0020】次に、9は乗算器6bから出力された波形データをR/Lチャンネル成分に分離し、各々に対応した残響データを生成する残響生成部、10aは、乗算器8

5

aから出力されたRチャンネルの波形データと、残響生成部9から出力されたRチャンネルの残響データとを加算する加算器、10bは、乗算器8bから出力されたLチャンネルの波形データと、残響生成部9から出力されたLチャンネルの残響データとを加算する加算器である。

【0021】次に、11は再生空間のスピーカと聴取者との位置関係に対応して生じるクロストークの逆特性回路となるクロストークキャンセラであり、加算器10aおよび10bから出力されたR/Lチャンネル成分の波形データに対して、予め、クロストークを打ち消す処理を施す。12はクロストークキャンセラ11から出力された波形データ(デジタルデータ)を音響信号(アナログ信号)に変換するD/A変換器、13はD/A変換器12において変換された音響信号を増幅して図示せぬ左右のスピーカに供給するアンプである。

【0022】このような構成において、以下に説明する動作により、鉛直角 θ_1 、水平角 ψ_1 、距離 D_1 で特定される目的音像位置にある音色の音を定位させることができる。例えば、図示せぬ鍵盤が押される等の動作により、波形メモリ1'に音色データSTが与えられると、その音色データSTに対応した音色の7系列の波形データが、時分割シリアルデータとして出力される。その後、デマルチプレクサ3において、波形メモリ1'から出力された時分割シリアルデータは、7系列の平行データに変換され、各々の波形データが、対応している点A~Gに応じた乗算器4a~4gに供給される。

【0023】ところで、目的音像位置の鉛直角 θ_1 および水平角 ψ_1 は、指示器2aの鉛直角ダイヤル2a₁および水平角ダイヤル2a₂を回転させることにより決定される。また、距離 D_1 は距離スライダ2a₃をスライドさせることにより決定される。これらの鉛直角 θ_1 、水平角 ψ_1 および距離 D_1 が制御部2bに伝達され、制御部2bから、乗算器4a~4gには、鉛直角 θ_1 に応じた乗算係数 $G_a \sim G_g$ が、乗算器6aおよび乗算器6bには、距離 D_1 に応じた乗算係数aおよびbが、乗算器8aおよび8bには、水平角 ψ_1 に応じた乗算係数cおよびdが、それぞれ供給される。

【0024】ここで、乗算係数 $G_a \sim G_g$ と鉛直角 θ_1 の関係は、図3に示す通りである。図3において、例えば、鉛直角 $\theta_1 = 30^\circ$ の場合は、乗算係数 $G_a \sim G_g$ において、GBのみが1となり、他の乗算係数は0となる。次に、指示器2aの鉛直角ダイヤル2a₁の操作により、鉛直角 θ_1 が 30° より大に変化する場合、乗算係数 G_a は小になり、乗算係数 G_g が大になる。なお、この時、他の乗算係数は0のままである。また、乗算係数 G_a と G_g との和は1になるようになっており、鉛直角 $\theta_1 = 45^\circ$ となった場合には、 $G_a = G_g = 0.5$ となり、波形データが採取されていない位置の波形データを、採取された波形データの補間により合成することができる。

6

【0025】次に、乗算器4a~4gにおいて、乗算係数 $G_a \sim G_g$ を乗ぜられた各波形データは、加算器5において加算された後、乗算器6aおよび6bに供給される。乗算器6aおよび6bには、図4に示すように、距離 D_1 が大になるにつれて小となる乗算係数、および、逆に大となる乗算係数bが、定位制御装置2から供給されている。したがって、乗算器6aにおいて、乗算係数aを乗ぜられた波形データが、遅延部7に入力され、RチャンネルおよびLチャンネル成分に分離され、乗算器8aおよび8bに供給される。

【0026】乗算器8aおよび8bには、水平角 ψ_1 が 90° に近い場合、大となる乗算器8aの乗算係数c、および、逆に小となる乗算係数dが、定位制御装置2から供給されている。したがって、乗算器8aおよび8bにおいて乗算係数cおよびdを乗ぜられた波形データが、加算器10aおよび10bに入力される。また、乗算器6bにおいて、乗算係数bを乗ぜられた波形データは、残響生成部9に入力され、RチャンネルおよびLチャンネル成分に分離され、残響データに加工される。次に、RチャンネルおよびLチャンネル成分の残響データは、加算器10aおよび10bにおいて、乗算器8aおよび8bから供給された波形データと加算され、クロストークキャンセラ11に供給される。

【0027】次に、クロストークキャンセラ11において、加算器10aおよび10bから出力されたR/Lチャンネル成分の音響信号のクロストークが、予め、打ち消される。その後、D/A変換器12において、アナログの音響信号に変換されて、アンプ13に供給される。アンプ13において、音響信号は所定の増幅を受けて図示せぬ左右のスピーカに出力される。以上、説明したように、距離 D_1 の定位は音量および残響データの割合、水平角 ψ_1 の定位は左右チャンネル成分の振幅差および遅延時間差、鉛直角 θ_1 の定位は波形メモリ1'からの波形データの読み出しと重み付けとによって、それぞれ行われる。

【0028】なお、上述した一実施例においては、7系列の波形データを全て同時に読み出したが、補間に必要となる2種の波形のみ読み出すようにしてもよい。その場合、指定された音像位置の移動により、他の波形データが必要になったときは、その波形データの途中のアドレスから読み出すように構成して補間するとよい。また、波形メモリ1'に記憶される波形データに周知のループ処理を施してもよい。特に、波形メモリ1'の容量が小さく、十分に長いサンプリング時間を確保できない場合には有効である。

【0029】さらに、正面鉛直角方向のみに対応させた波形データを用いたが、全天に亘って細かく分布させた位置に対応させた波形データを用いるようにしてもよい。また、鉛直角方向に対応させる場合、必ずしも正面鉛直角方向に対応させなくてもよい。正面からずれた鉛

7

直角方向に対応させて波形を記憶する場合は、水平角によって与えられる遅延差と振幅差とを補正すればよい。さらに、音響信号を音に変換する装置として、スピーカを用いる例を示したためにクロストークキャンセラ11を必要としているが、ヘッドホンを用いて聴取するのであれば、クロストークキャンセラ11は必要ない。

【0030】

【発明の効果】以上、詳しく説明したように、請求項1に記載の発明によれば、空間の所定の複数の位置に対応して、それぞれ、波形データを記憶しておき、指定された空間位置に対応して、上記波形データを選択的に発生させるようにしたので、小規模な構成で明瞭な定位音像を得ることができる。

【0031】また、請求項2に記載の発明によれば、空間の所定の離散した複数の位置に対応して、波形データを記憶しておき、指定された空間位置に対応して上記波形データを複数読みだして重み付け加算するようにしたので、離散した位置の間の位置に対応した波形データを得ることができる。このようにしたこと、複数の波形データに与える重み付け値を滑らかに変えることで、音像位置を滑らかに移動させることができる。

【0032】また、請求項3に記載の発明によれば、波形データを空間の所定の複数の鉛直角方向に対応して記憶しておき、指定された空間位置の鉛直角方向成分に応じて前記波形データを選択的に発生させ、指定された空間位置の水平角方向成分に応じて、左右チャンネルの遅延時間差および振幅差を与えるようにしたので、空間の鉛

8

直角方向および水平角方向で規定される空間上あらゆる位置の音源に対応する波形データを記憶する場合に比較して、記憶するデータ量が少なくて済む。

【0033】なお、鉛直角方向の各位置は、両耳から対称的位置にある為に、明瞭な定位感を得るためにかなり厳密さが必要となるので、波形を直接対応させた。一方、水平角方向については、両耳への遅延差と振幅差という信号特性差を付与するだけで十分な定位感が得られるので、波形は省略した。つまり、鉛直角、水平角方向ともに定位感を十分としたまま、記憶するデータ量を少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例による定位音像生成装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】 定位制御装置2の概略構成を示すブロック図である。

【図3】 鉛直角 θ と乗算係数 $G_A \sim G_G$ との関係を示す図である。

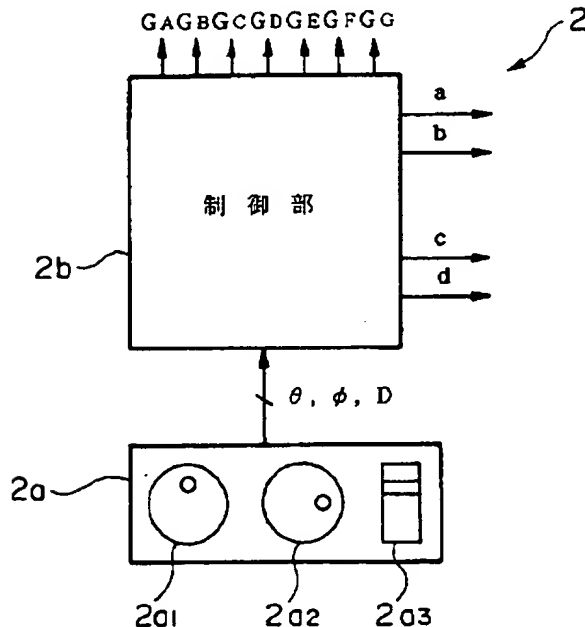
【図4】 距離 D と乗算係数 a および b との関係を示す図である。

【図5】 波形メモリ1の波形データの採取方法を説明するための図である。

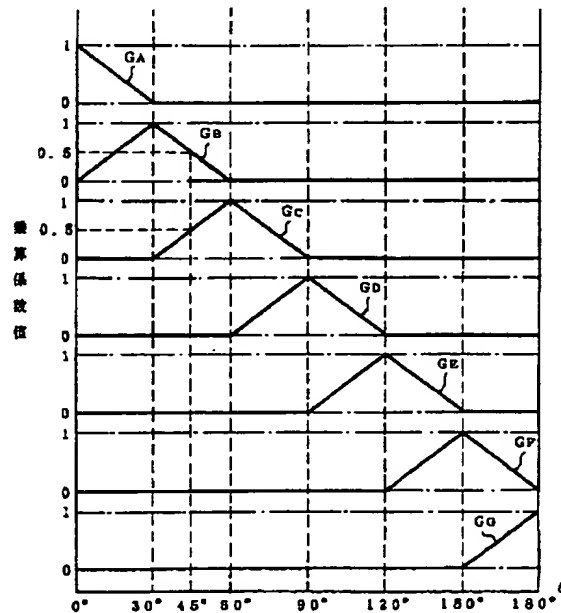
【符号の説明】

1……波形メモリ、2……定位制御装置、4a～4g……乗算器、5……加算器、6a、6b……乗算器、7……遅延部、8a、8b……乗算器、9……残響生成部。

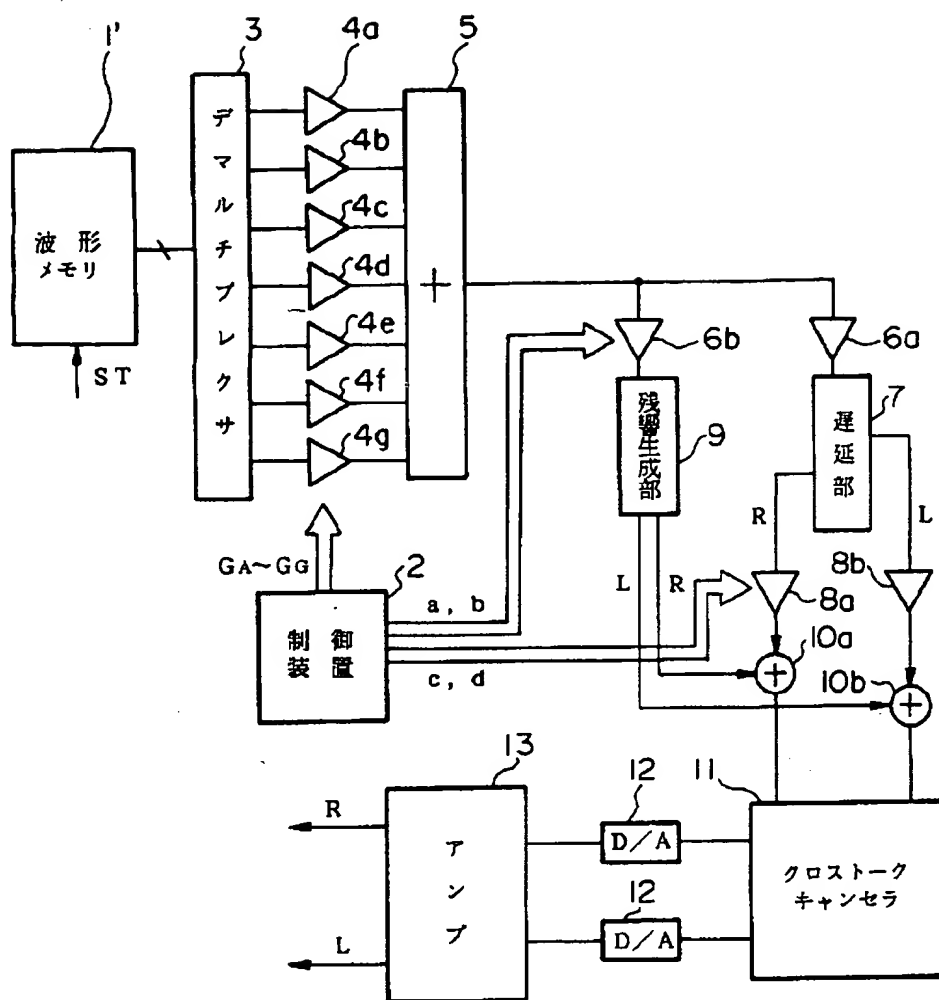
【図2】



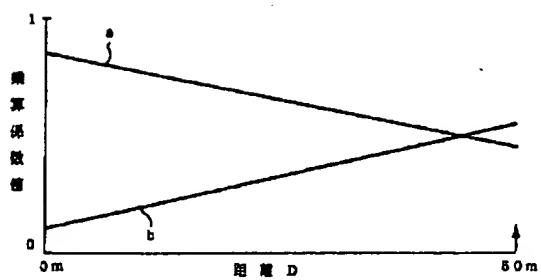
【図3】



【図1】



【図4】



【図5】

